UNIVERSITÀ DI PISA
ISTITUTO DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI MICROBIOLOGIA AGRARIA E TECNICA
OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

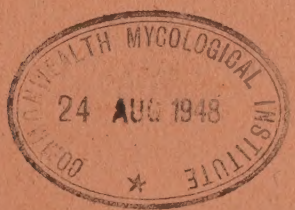
211

O. VERONA

Solubilizzazione (e non "presunta solubilizzazione„) microrganica dei fosfati nel terreno

(A proposito di una Nota di R. DE' GORI)

Estratto degli *Atti dell'Accademia dei Fisiocritici* (Sez. Agraria), 1946.



ARTI GRAFICHE TORNAR - PISA

SOLUBILIZZAZIONE (E NON "PRESUNTA SOLUBILIZZAZIONE„) MICRORGANICA DEI FOSFATI NEL TERRENO (*)

(A proposito di una Nota di R. De' Gori)

Prof. ONORATO VERONA

Qualche tempo fa, in questa stessa Sede, R. De' Gori esponeva i risultati di alcune sue esperienze indirizzate a dimostrare, nel suo concetto, che nel terreno agrario non si determina che *presumibilmente* o *possibilmente* solubilizzazione microrganica di fosfato tricalcico quale più antiche, estese ed esaurienti indagini di numerosi sperimentatori avevano, invece, in determinate condizioni, accertato verificarsi. Epperciò la sua comunicazione porta il titolo: « Sulla presunta solubilizzazione microrganica del fosfati nel terreno » (1).

Poichè tale titolo, più che i risultati delle esperienze sotto di esso riportati, potrebbe ingenerare equivoco, lasciando supporre che ne restassero infirmate le conclusioni dei precedenti sperimentatori, sembra necessario di portare qui in Accademia alcuni chiarimenti sulla questione; cosa del resto doverosa, richiamandosi il lavoro di De' Gori ai precedenti studi del mio Maestro, studi che sono da ritenersi fondamentali in argomento (2).

Vale la pena di ricordare, in poche parole, i principali risultati cui pervenne il Prof. R. Perotti, fin dal 1909, dopo numerose

---

(*) Comunicazione letta all'Accademia dei Fisiocritici « *Sezione Agraria* », nell'Adunanza del 19 aprile 1946.

(1) De' Gori R. — *Sulla presunta solubilizzazione microrganica dei fosfati nel terreno*. Atti dell' Accademia dei Fisiocritici; Sez. Agraria, vol. 10, 1945.

(2) Perotti R. — *Sul ciclo biochimico dell' anidride fosforica nel terreno agrario*. Roma, 1909.

— *Ueber den biochemischen Kreislauf der Phosphosäure im Ackerboden*. Centr. f. Bakt. II, vol. 25, 1909.

esperienze ed oltre 230 ricerche; esperienze e ricerche che trovarono conferma in non pochi posteriori lavori (1).

I postulati che nei riguardi della solubilizzazione microrganica del fosfato tricalcico scaturiscono, attraverso l'esame delle indagini di R. Perotti, sono schematicamente i seguenti:

1.° nei mezzi ove ha luogo svolgimento di attività microrganiche può verificarsi una solubilizzazione di anidride fosforica essenzialmente da quella dipendente;

2.° influisce notevolmente in questi fenomeni di solubilizzazione batterica la presenza degli idrati di carbonio, nei mezzi colturali, in opportuna determinata concentrazione;

3.° l'intensità e la durata sono due fattori correlativi dei fenomeni;

4.° la sorgente di azoto nelle colture batteriche possiede anch'essa una grande influenza sui fenomeni di soluzione dell'anidride fosforica in essa determinantesi;

5.° i sali ammoniacali, come fisiologicamente acidi, li favoriscono, e per intensità e per durata, in misura notevolissima, in relazione alla loro concentrazione; in modo speciale solfato e cloruro;

6.° il nitrato potassico, fisiologicamente alcalino, si dimostra, tra le sorgenti azotate, meno attivo;

7.° anche la presenza delle basi influisce notevolmente sui fenomeni di solubilizzazione dell'anidride fosforica, pur variando con la natura dell'elemento e del suo stato di combinazione. Azione particolarmente ostacolante esercitano i carbonati di calcio e di magnesio;

8.° favorevole influenza, sui fenomeni solutivi, esercitano gli elementi oligodinamici;

9.° esistono specie batteriche le quali provocano la solubilizzazione dell'acido fosforico ed anche che ne determinano una insolubilizzazione, riutilizzandola. Ulteriori fatti intervengono però a restituire in forma solubile anche l'anidride fosforica in prima fase sottratta alla soluzione;

---

(1) Verona O. e Luchetti G. — *La dissoluzione del fosforo per attività dei microbi della « rizosfera »*. Boll. R. Ist. Sup. Agr. di Pisa, vol. VII, 1931.

Luchetti G. — *Il metodo batteriochimico di determinazione dell'assimilabilità dell'anidride fosforica nel terreno*. Memorie d. R. Acc. Naz. Lincei, s. VI, vol. VI, 1935.

10.° i fenomeni solutivi dell' anidride fosforica nelle colture dei batteri debbono considerarsi prevalentemente come il risultato di una somma di azioni di natura più o meno differente che si sovrappongono e si completano a vicenda ;

11.° molte specie, anche fra le più diffuse nel terreno, possono acquistare proprietà solventi notevoli, allorchè, mutandosi la composizione del mezzo nutritivo, possono realizzarsi le cause immediate dei fenomeni ;

12.° cause immediate dei fenomeni solutivi dell' anidride fosforica nelle colture batteriche sono : la produzione di acido, le reazioni secondarie del mezzo, la produzione di sostanza organica fosforata solubile.

Tali, adunque, le principali conclusioni cui pervenne, nel 1909, R. Perotti.

Analizziamo, ora, i risultati delle esperienze di De' Gori.

Premesso, in brevissimo sunto, il risultato parziale della numerosissima precedente sperimentazione, all'A. sembra che « tutte queste esperienze meritino un più esatto controllo » specie in quanto possono portare alla « semplicistica » conclusione che i fosfati insolubili esercitino la stessa azione concimante di quelli solubili. De' Gori, allo scopo quindi di effettuare un più esatto controllo della ingente mole delle precedenti indagini, allestisce *due* esperienze che lo portano subito a concludere (p. 4) come « l' aumento della concentrazione fosforica (nel mezzo) *sia veramente notevole* ».

Ma, osservato che i valori del pH del mezzo sono « completamente diversi » da quelli propri del terreno (è proprio vero che il terreno presenta sempre e comunque un esponente acidimetrico completamente diverso da pH 4.6-5 ?) egli ripete le due esperienze aggiungendo al mezzo carbonato di calcio. Trova (v. conclusione n. 7 di R. Perotti) che il carbonato di calcio ostacola il processo di solubilizzazione dell' anidride fosforica ; soggiunge tuttavia che « un certo grado di solubilizzazione si ottiene anche in presenza di calcare » e che esso « permette il raggiungimento di concentrazioni fosforiche *ottime* per la vegetazione delle piante superiori ». Tale concentrazione è dell' ordine di mgr. 1 circa di P_2O_5 per litro.

Però, continua il De' Gori, tutto ciò avviene in un mezzo colturale la cui composizione (allo scopo di mettere meglio in evidenza i fenomeni) non rispecchia quella che è la composizione del terreno. Pertanto ripete le due esperienze impiegando, invece del mezzo artificiale, il terreno. E conclude (p. 5) : « anche in presenza

di terreno il medio culturale » (cioè il mezzo colturale) « si acidifica e la concentrazione fosforica della soluzione si accresce *in misura rilevantissima* ».

Tuttavia ciò si ottiene a seguito dell'aggiunta, nel mezzo, del 5 $^0/_{00}$ di glucosio. Contenendo l'aggiunta di glucosio al di sotto della quantità del 5 $^0/_{00}$ viene osservato che la solubilizzazione si abbassa. Il reperto non meraviglia poichè è stabilito che la solubilizzazione microbica del fosfato tricalcico è funzione (conclusione 12 di R. Perotti) della acidificazione del mezzo e, questa, correlativa, tra l'altro, della presenza e concentrazione dei composti carboidrati. Manifestamente, se l'esperienza fosse stata ripetuta senza aggiungere nulla al terreno nessun fenomeno solutivo particolarmente apprezzabile si sarebbe dimostrato! Ad ogni modo, anche contenendo le aggiunte di materiale termodinamogeno entro ristretti limiti De' Gori reperta una solubilizzazione pari a mgr. 5 di P_2O_5 per litro nei primi quattro giorni. Ora, se la concentrazione di mgr. 1 circa per litro era ritenuta, come sopra ha affermato, ottima per la vegetazione delle piante superiori come può asserire ora essere questa (mgr. 5) « praticamente trascurabile » ?

Altre tre esperienze, sostituendo al glucosio farina di frumento, cellulosa e peptone lo portano a concludere (p. 6) che la solubilizzazione si manifesta *fortissima* in presenza di amido e di cellulosa, *apprezzabile* in presenza di peptone.

Ebbene, i risultati di queste esperienze sembra che confermino in pieno la sperimentazione precedente e che per nulla infirmino le già note conclusioni.

Ma, a tal punto, De' Gori osserva che il fosforo analiticamente determinato non comprende solo il fosforo solubile ma anche quello, insolubile, se pur sotto forma organica, costituente il corpo cellulare dei microbi e che, nei filtrati colturali, si viene a trovare in sospensione. Ritiene pertanto opportuno di eseguire separate determinazioni sottoponendo i liquidi colturali ad ultrafiltrazione. De' Gori non impiega (p. 7) per questa ricerca membrane di collodio perchè ha trovato che la loro preparazione presenta notevoli difficoltà. Osservasi, per inciso, che tali difficoltà si potevano anche superare (e, chi conosce la tecnica microbiologica, sa che si possono agevolmente superare) dato che si trattava di eseguire un « più esatto controllo » delle esperienze altrui. L'A. procede quindi alla filtrazione per mezzo di candela senza preoccuparsi, avverte, se una certa quantità di sostanze in soluzione vengono trattenute dal

filtro. Per la verità valeva la pena di preoccuparsene e di fissare, nelle circostanze sperimentali in cui l' A. ha operato, il coefficiente di adsorbimento delle candele usate, coefficiente che potrebbe anche essere di non scarso valore e tale da alterare o comunque rendere non probativi i risultati conseguiti. L' osservazione è importante; e non è sfuggita neppure a De' Gori che però si è limitato a semplicemente constatarla.

Ripetuta quindi *una* esperienza aggiungendo al mezzo colturale gr. 5 $^0/_{00}$ di glucosio e dosato il fosforo filtrato, l'A. conclude come in questo caso si sia avuta « presumibilmente una *vera e propria solubilizzazione* di anidride fosforica ». In effetti, pur trascurando di considerare la quantità di fosforo adsorbita dalla candela, al quarto giorno sono stati repertati mgr. 7,44 per litro di P_2O_5; quindi non si capisce il perchè di quel « presumibilmente ».

Eseguendo altra esperienza, riducendo le quantità di glucosio allo 0,5 $^0/_{00}$ o sostituendo ed esso farina di frumento, cellulosa, peptone, l' A. osserva che il carico in fosforo solubile si abbassa, verificandosi pertanto insolubilizzazione.

Riguardo a quest'ultima conclusione si rimanda al punto 9 delle ricerche di R. Perotti: « Esistono specie batteriche le quali provocano la solubilizzazione dell' acido fosforico ed altre che ne determinano un' insolubilizzazione. Ulteriori fatti intervengono però a restituire in forma solubile anche l' anidride fosforica in prima fase sottratta alla soluzione ». La conclusione, quindi, non meraviglia e il reperto non è nuovo.

In definitiva le esperienze di De' Gori non confermano che tale postulato sì che appare come il valore di esse non sia tale da giustificare il titolo posto alla Nota, titolo che sembrerebbe voler predisporre il lettore a tutt' altro risultato.

Un' ultima osservazione: il fosforo immagazzinato sotto forma organica nel corpo microbico non è detto che sfugga alla utilizzazione dei vegetali superiori. Ammettendo pure come non ancora dimostrata la diretta utilizzazione del fosforo organico da parte delle piante (e ciò contrariamente ad alcuni reperti di Stoklasa), sta di fatto che, allorquando il fosforo organico, per processi autolitici viene liberato dal corpo microbico, esso, è ormai ben noto, subisce una propria mineralizzazione che lo rende solubile e sicuramente utilizzabile. Senza esemplificare molto al riguardo chè, lungo, sarebbe passare in rassegna i lavori relativi alla degradazione microbica delle sostanze organiche fosforate, ricordasi appena un più

recente lavoro di Politi (1) in cui si dimostra come, per via microbica, venga mobilizzato anche il fosforo legato ai complessi umici del terreno.

Nè vale richiamarsi, come De' Gori accenna, ad un reperto di Sewerin (2) che osservò un minor contenuto in fosforo in terreno attivo rispetto allo stesso mantenuto sterile. Perchè, contro il reperto negativo, rimasto isolato o quasi, stanno, a tacere dei già ricordati lavori di R. Perotti e della sua Scuola, quelli numerosissimi a parte citati (3); ed anche, contrariamente alla tesi che si era prospettata, quelli dello stesso De' Gori ancorchè il titolo e le conclusioni del lavoro non quadrino con quelle che sono le risultanze obbiettive delle sue stesse esperienze.

---

(1) Politi I. — *Sull' intervento microbico nei processi di mobilizzazione dell' acido fosforico legato ai complessi umico-minerali del terreno agrario.* Ann. Micr. II, 1941.

(2) Sewerin S. A. — *Die Mobilisierung der Phosphorsäure des Bodens unter dem Einfluss der Lebenstätigkeit der Bakterien.* Centr. f. Bakt., II, vol. 28, 1910 e vol. 32, 1912.

(3) Stoklasa J., Duchàcèk F., e Pitra I. — *Ueber den Einfluss der Bakterien auf die Knochenzersetzung.* Centr. f. Bakt. II, vol. 6, 1900.

Stalström A. — *Beitrag zur Kenntnis der Einwirkung steriler und in Gärung befindlicher organischer Stoffe auf die Löslichkeit der Phosphorsäure des Tricalciumphosphats.* Centr. f. Bakt., II, vol. 11, 1904.

De Grazia S. e Cerza U. — *Sull' intervento dei microrganismi nell' utilizzazione dei fosfati insolubili del suolo da parte delle piante superiori.* Staz. Sp. Agr. Ital., vol. 39, 1906.

De Grazia S. — *Utilizzazione dei fosfati grezzi a mezzo del sovescio.* Id. vol. 40, 1907.

Sackett W. G., Patten A. J. e Brown C. W. — *The solvent action of soil bacteria upon the insoluble phosphates of raw bone meal and natural raw rock phosphate.* Centr. f. Bakt. II, vol. 20, 1908.

Haselhoff E. — *Untersuchungen über die Zersetzung bodenbildener Gestein.* Landw. Vers. Stat., vol. 70, 1909.

Bazarevski S. — *La questione della mobilizzazione dell' acido fosforico nel suolo per opera dei microrganismi* (in russo). Mosca, 1916.

Hopkins C. S. e Whiting A. L. — *Soil bacteria and phosphates.* Agr. Exp. Stat. Bul. 190, 1916.

Jensen C. A. — *Effect of decomposing organic matter on the solubility of certain inorganic constituents of the soil.* Jour. Agr. Res., vol. 9, 1918.

Kelley W. P. — *Effect of nitrifying bacteria on the solubility of tricalcium phosphat.* Jour. Agr. Res., vol. 12, 1918.

Mc Lean H. C. — *The oxidation of sulfur by micrörganism in its relation to the availability of phosphates.* Soil Sci., vol. 5, 1918.

Lipman J. G., Waksman S. A. e Joffe J. S. — *The oxidation of sulfur by soil microörganisms.* Soil Sci., vol. 12, 1921.

Pozorski E. e Levy M. — *Sur l' excretion de composés phosphorés par les microbes.* C. R. Soc. Biol., vol. 87, 1922.